

S2
2/5/1

1 PN="6-2 04593888"

2/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04593888 **Image available**

ZOOM LENS WITH HIGH VARIABLE POWER RATIO

PUB. NO.: 06-265788 [JP 6265788 A]
PUBLISHED: September 22, 1994 (19940922)
INVENTOR(s): KONO TETSUO
OKADA NAOSHI
APPLICANT(s): MINOLTA CAMERA CO LTD [000607] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 05-056053 [JP 9356053] *Ref US 6002529*
FILED: March 16, 1993 (19930316)
INTL CLASS: [5] G02B-015/20; G02B-013/18
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1845, Vol. 18, No. 670, Pg. 129,
December 16, 1994 (19941216)

ABSTRACT

PURPOSE: To provide a zoom lens for lens shutter camera with satisfactory optical performance extending over the whole variable power range, high variable power ratio(four to five times), and compactness despite of lens constitution of small number of lenses.

CONSTITUTION: A zoom lens consisting of a first group provided with a positive refracting power, a second group provided with a negative refracting power, a third group provided with the positive refracting power, and a fourth group provided with the negative refracting power and which performs variable power by changing intervals between each group is provided with such features that; (1) A ratio of amount of travel of the second group to that of the third group at a wide angle terminal when back-focusing and zooming are performed, and the thickness in the direction of optical axis of the third group are regulated appropriately, (2) Aspherical planes are provided on both the second and third groups, (3) The second group is comprised of two positive and negative lenses and the aspherical plane is provided on it and furthermore, the focal distance of the lens group is regulated appropriately, and (4) The third group is comprised of two positive and negative lenses and the aspherical plane is provided on it and furthermore, the focal distance of the lens group is regulated appropriately.

(+)(-)(+)(-)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-265788

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

府内整理番号
9120-2K
9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願平5-56053

(22)出願日 平成5年(1993)3月16日

(71)出願人 000006079

ミノルタカメラ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル

(72)発明者 河野 哲生

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(72)発明者 関田 尚士

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(54)【発明の名称】 高変倍率ズームレンズ

(57)【要約】

【目的】少ない枚数のレンズ構成にもかかわらず、全変倍範囲にわたり良好な光学性能を有する高倍率(4~5倍)でコンパクトなレンズシャッターカメラ用のズームレンズを提供することを目的とする。

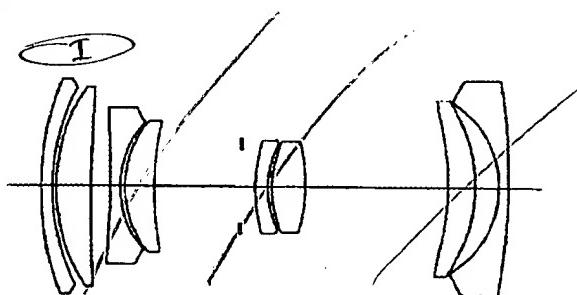
【構成】物体側から順に、正の屈折力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、負の屈折力を有する第4群とからなり、各群間の間隔を変えて変倍を行うズームレンズにおいて、下記の特徴を有する。

(1) 広角端におけるバックフォーカス、ズーミング時における第2群と第3群との移動量比、第3群の光軸方向の厚みを適切に規定した。

(2) 第2群と第3群の両方に非球面を設けた。

(3) 第2群を正レンズと負レンズの2枚で構成するとともに非球面を設け、さらにこのレンズ群の焦点距離を適切に規定した。

(4) 第3群を正レンズと負レンズの2枚で構成するとともに非球面を設け、さらにこのレンズ群の焦点距離を適切に規定した。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、
 正の屈折力を有する第1群と、
 負の屈折力を有する第2群と、
 正の屈折力を有する第3群と、
 負の屈折力を有する第4群とからなり、
 各群間の間隔を変えて変倍を行うとともに、
 下記の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ：

$$\begin{aligned} 0.1 &< BFW/Y' < 1.0 \\ 0.4 &< M2/M3 < 0.9 \\ 0.01 &< D3/fT < 0.08 \end{aligned}$$

但しここで、

BFW：広角端におけるパックフォーカス、

Y'：画面対角長さの1/2

M2：広角端から望遠端へのズーミングに伴う第2群の移動量、

M3：広角端から望遠端へのズーミングに伴う第3群の移動量、

D3：第3群の光軸方向の厚み、

fT：望遠端における全系の焦点距離である。

【請求項2】 物体側から順に、

正の屈折力を有する第1群と、
 負の屈折力を有する第2群と、
 正の屈折力を有する第3群と、
 負の屈折力を有する第4群とからなり、
 各群間の間隔を変えて変倍を行うとともに、
 第2群と第3群の両方に非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 物体側から順に、

正の屈折力を有する第1群と、
 正レンズと負レンズの2枚のレンズで構成されるとともに非球面を備えた負の屈折力を有する第2群と、
 正の屈折力を有する第3群と、
 負の屈折力を有する第4群とからなり、
 各群間の間隔を変えて変倍を行うとともに、
 下記の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ：

$$0.1 < |f2/fT| < 0.4$$

但しここで、

f2：第2群の焦点距離、

fT：望遠端における全系の焦点距離である。

【請求項4】 物体側から順に、

正の屈折力を有する第1群と、
 負の屈折力を有する第2群と、
 正レンズと負レンズの2枚のレンズで構成されるとともに非球面を備えた正の屈折力を有する第3群と、
 負の屈折力を有する第4群とからなり、
 各群間の間隔を変えて変倍を行うとともに、
 下記の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ

ズ：

$$0.1 < |f3/fT| < 0.5$$

但しここで、

f3：第3群の焦点距離、

fT：望遠端における全系の焦点距離である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はズームレンズに関するものであり、更に詳しくはズームレンズ内蔵型レンズシャッターカメラ用のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ズームレンズ内蔵型レンズシャッターカメラにおいて、コンパクト化・低コスト化を達成するために、撮影レンズのコンパクト化・低コスト化が要望されている。一方撮影レンズに要求されるスペックはより高くなり、特に望遠側への焦点距離の延長が要望されている。

【0003】 高倍率のレンズシャッターカメラ用ズームレンズとしては、物体側から順に正の屈折力の第1群、

20 正の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群の3つのレンズ群より構成され、それぞれの群間隔を変化させて変倍を行うものが提案されている（例えば、特開平1-204013号公報）。このようなズームレンズでさらに望遠側に焦点距離を延長させようすると、ズーミングの際の各群の移動量が大きくなるとともに望遠側における全長が大きくなるため、光学系が非常に大型化してしまい、レンズシャッターカメラ用のレンズに要望されているコンパクト化が達成できなくなる。

【0004】 また別のレンズタイプとして、上記レンズ30 タイプの第2群を負、正の2つの群に分割したような、物体側から順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、負の屈折力の第4群の4つの群より構成されたズームレンズが特開平1-252915号公報等で提案されている。これらのズームレンズではズーミングの際の移動量は少ないが、レンズ枚数が非常に多いため、レンズシャッターカメラ用のレンズに要望されている低コスト化が不十分である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、上記40 の状況を鑑み、コンパクトなレンズシャッターカメラ用のズームレンズを少ないレンズ枚数で構成し、かつ、変倍比4～5程度で全変倍範囲にわたり良好な光学性能を有するズームレンズを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明では、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、負の屈折力を有する第4群とからなり、各群間の間隔を変えて変倍を行うズームレンズにおいて、下記の特徴を有する。

3

- (1) 広角端におけるバックフォーカス、ズーミング時における第2群と第3群との移動量比、第3群の光軸方向の厚みを適切に規定した。
- (2) 第2群と第3群の両方に非球面を設けた。
- (3) 第2群を正レンズと負レンズの2枚で構成するとともに非球面を設け、さらにこのレンズ群の焦点距離を適切に規定した。
- (4) 第3群を正レンズと負レンズの2枚で構成するとともに非球面を設け、さらにこのレンズ群の焦点距離を適切に規定した。

【0007】

【作用】上記構成を有することにより、本発明のズームレンズは、少ない枚数のレンズ構成にもかかわらず高変倍率を実現する。

【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳述する。本発明は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、負の屈折力を有する第4群とからなり、各群間の間隔を変えて変倍を行うズームレンズを対象とする。このズームレンズにおいて、各レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズとの2枚から構成されている。このような構成によって、高変倍率でありながらコンパクトでかつズーム全域で収差の補正されたズームレンズを得ることができる。

【0009】また、コンパクト化を達成するためには、次の条件式を満足することが必要である。

$$0.1 < BFW/Y' < 1.0 \quad \dots \quad (1)$$

但しここで、

BFW: 広角端におけるバックフォーカス、

Y' : 画面対角長さの $1/2$ である。

【0010】条件式(1)は、広角端のバックフォーカスと画面対角長さの $1/2$ との比を適切に規定する式である。条件式(1)の上限値を越えると、バックフォーカスが長くなりすぎるため全長も長くなり、コンパクト

4

化を達成することが難しくなる。逆に、条件式(1)の下限値を越えると、バックフォーカスが短くなり、全長の短縮に関しては有利になるが、周辺照度を確保するために後玉径を大きくしなければならず、径方向のコンパクト化を達成することが困難になる。

【0011】次に各レンズ群毎に、構成上の特徴を説明する。まず、第1群から説明する。第1群は、物体側から順に、負レンズ・正レンズの構成とすることが望ましい。この構成により、負レンズを通過した軸外光は、負レンズへの入射角よりも緩い角度で正レンズに入射することになり、画角のきつい広角側での軸外光束の収差補正が容易となる。

【0012】また、第1群は次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.3 < f1/fT < 0.6 \quad \dots \quad (2)$$

但しここで、

$f1$: 第1群の焦点距離、

fT : 望遠端における全系の焦点距離である。

【0013】条件式(2)は、望遠端の焦点距離と第1群の焦点距離との比を規定する式である。条件式(2)の下限値を越えると、第1群の屈折力が強くなりすぎるとともに、広角側において正の歪曲収差が著しく生じるとともに、望遠側において球面収差がアンダー側に倒れる傾向が著しくなる。逆に、条件式(2)の上限値を越えると、広角側において負の歪曲収差が著しく生じるとともに、望遠側において球面収差がオーバー側に倒れる傾向が著しくなる。

【0014】また、第1群中に非球面を用いることにより、さらに良好な光学性能が得られる。非球面は、非球面の最大有効光路径を Y_{max} とするとき、 $0.5 Y_{max} < y < Y_{max}$ の任意の光軸垂直方向高さ y に対して、次の条件式を満足することが望ましい。

【0015】

【数1】

5

6

$$-0.01 < \phi_1 \cdot (N' - N) \cdot \frac{d}{dy} \cdot \{ X(y) - X_0(y) \} < 0.005 \quad \dots (3)$$

但しここで、

- ϕ_1 : 第1群の屈折率、
 N : 非球面の物体側媒質の屈折率、
 N' : 非球面の像側媒質の屈折率、
 $X(y)$: 非球面の面形状、
 $X_0(y)$: 非球面の参考球面形状である。

また、 $X(y)$ 及び $X_0(y)$ は、下記の式で表される。

$$X(y) = \frac{r}{\epsilon} \cdot \left(1 - \left(1 - \epsilon \cdot \frac{y^2}{r^2} \right)^{1/2} \right) + \sum_{i=2} A_i y^i$$

$$X_0(y) = \tilde{r} \cdot \left(1 - \left(1 - \epsilon \cdot \frac{y^2}{\tilde{r}^2} \right)^{1/2} \right)$$

但しここで、

- r : 非球面の基準曲率半径、
 ϵ : 2次曲面パラメータ、
 A_i : 非球面係数、
 \tilde{r} : 非球面の近軸曲率半径である。 ($\frac{1}{\tilde{r}} = \frac{1}{r} + 2A_2$)

【0016】条件式(3)は、広角側での軸外収差(特に歪曲収差)と望遠側での球面収差をバランスよく補正するための条件である。条件式(3)の下限値を越えると、広角側において正の歪曲収差が生じるとともに、望遠側において球面収差がアンダー側に倒れる傾向が著しくなる。逆に、条件式(3)の上限値を越えると、広角側において負の歪曲収差が生じるとともに、望遠側において球面収差がオーバー側に倒れる傾向が著しくなる。*

$$0.8 < (R1-R2) / (R1+R2) < 1.6 \quad \dots (4)$$

但しここで、

 $R1$: 負レンズの物体側の面の曲率半径、 $R2$: 負レンズの像側の面の曲率半径である。

【0019】条件式(4)は、最も物体側に配置される負レンズの形状を規定しており、球面収差とコマ収差をバランスよく補正するための条件である。条件式(4)の下限値を越えると、球面収差がアンダー側に倒れる傾向が著しく生じるとともに、内方性のコマが発生する。逆に、条件式(4)の上限値を越えると、球面収差がオーバー側に倒れる傾向が著しく生じるとともに、外方性のコマが発生する。

【0020】また、第2群が次の条件式を満足することで、コンパクトで高性能なズームレンズを得ることが可能となる。

$$0.05 < D2/fW < 0.40 \quad \dots (5) \quad 50$$

* 【0017】次に、第2群について説明する。第2群は、最も物体側に負レンズ、最も像側に正レンズを配置した構成にすることが望ましい。この構成により、バックフォーカスを所定の長さにすることが容易となるとともに、全ズーム域においてコマ収差と球面収差とをバランス良く補正することが容易となる。

【0018】また、最も物体側に配置される負レンズは、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.01 < D2/fT < 0.08 \quad \dots (6)$$

但しここで、

D2: 第2群の光軸方向の厚み、

 fW : 広角端における全系の焦点距離である。

【0021】条件式(5) (6)の下限値を越えると、十分な収差補正、特に色収差補正を行うことが困難になり、たとえ補正ができたとしても加工がほとんど不可能な光学系になってしまふ。逆に、条件式(5) (6)の上限値を越えると、全長が増大するとともに、入射瞳が遠くなるため前玉径の増大も招いてしまう。

【0022】また、第2群中に非球面を用いることにより、さらに良好な光学性能がえられる。非球面は、 $0 < y < Y_{max}$ の任意の光軸垂直方向高さ y に対して、次の条件式を満足することが望ましい。

【数2】

$$-0.02 < \phi_2 \cdot (N' - N) \cdot \frac{d}{dy} \cdot \{X(y) - X_o(y)\} < 0.01 \quad \dots (7)$$

但しここで、

 ϕ_2 : 第2群の屈折力である。

【0024】条件式(7)の上限値を越えると、ズーム全域で球面収差がアンダー側へ倒れる傾向が著しくなるとともに、望遠側において軸外光束のフレアーが著しく発生し、広角側においては外方性のコマ収差が発生する。逆に、条件式(7)の下限値を越えると、ズーム全域で球面収差がオーバー側へ倒れる傾向が著しくなるとともに、望遠側において軸外光束のフレアーの補正過剰の傾向が著しくなり、広角側においては内方性のコマ収差が発生する。

【0025】非球面は、最も物体側のレンズもしくは最も像側のレンズに設けることが望ましい。非球面を最も物体側のレンズに設けると、広角側でのコマ収差の補正が容易になる。一方、非球面を最も物体側のレンズに設けると、球面収差の補正が容易となる。尚、上記非球面レンズを両面非球面レンズにすると、球面収差、望遠側での軸外光束のフレアー、広角側でのコマ収差をさらにバランスよく補正することができる。つまり、一方の非球面での球面収差・フレアー・コマ収差の補正過不足分を、もう一方の非球面で補正することが可能となる。この際、いずれの非球面も上記条件式を満足することが望ましい。

【0026】さらに、第2群が次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.1 < |f_2/f_T| < 0.4 \quad \dots (8)$$

但しここで、

 f_2 : 第2群の焦点距離である。

【0027】条件式(8)は、望遠端における全系の焦点距離と第2群の焦点距離の比を規定する式である。条*

$$-0.01 < \phi_3 \cdot (N' - N) \cdot \frac{d}{dy} \cdot \{X(y) - X_o(y)\} < 0.003 \quad \dots (11)$$

但しここで、

 ϕ_3 : 第3群の屈折力である。

【0032】条件式(11)の上限値を越えると、ズーム全域で球面収差がアンダー側に倒れる傾向が著しくなるとともに、広角側において内方性のコマが生じる。逆に、条件式(11)の下限値を越えると、ズーム全域で球面収差がオーバー側に倒れる傾向が著しくなるとともに、広角側において外方性のコマが生じる。

【0033】非球面は、最も物体側のレンズもしくは最も像側のレンズに設けることが望ましい。最も物体側のレンズに設けると球面収差の補正が容易となり、最も像

*条件式(8)の上限値を越えると、第2群の屈折力が弱くなりすぎるので、広角端における全長が増大するとともに、ズーミング時における第2群の移動量が増大し望遠端における全長の増大を招いてしまう。逆に、条件式(8)の下限値を越えると、第2群の屈折力が強くなりすぎるため、広角側において内方性のコマが発生するとともに、望遠側において球面収差がオーバー側に倒れる傾向が著しくなる。

【0028】第3群が、次の条件式を満足することによりコンパクトで高性能なズームレンズが得られる。

$$0.05 < D_3/f_T < 0.40 \quad \dots (9)$$

$$0.01 < D_3/f_T < 0.08 \quad \dots (10)$$

但しここで、

 D_3 : 第3群の光軸方向の厚みである。

【0029】条件式(9)(10)の下限値を越えると、十分な収差補正、特に色収差補正を行うことが困難になり、たとえ補正ができたとしても、加工がほとんど不可能な光学系になってしまう。逆に、条件式(9)(10)の上限を越えると、全長の増大を招くとともに、射出瞳が遠くなるために後玉径の増大をも招いてしまう。

【0030】統いて、第3群について説明する。また、第3群中に非球面を用いることにより、さらに良好な光学性能がえられる。非球面は、 $0 < y < Y_{max}$ の任意の光軸垂直方向高さ y に対して、次の条件式を満足することが望ましい。

【0031】

【数3】

側レンズに設けるとコマ収差の補正が容易となる。

【0034】また、第3群は次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.1 < f_3/f_T < 0.5 \quad \dots (12)$$

但しここで、

 f_3 : 第3群の焦点距離である。

【0035】条件式(12)は、望遠端における全系の焦点距離と第3群の焦点距離との比を規定する式である。条件式(12)の上限値を越えると、第3群の屈折

9

力が弱くなりすぎるので、広角端全長が増大するとともに、ズーミング時における第3群の移動量が増大し望遠端における全長の増大を招いてしまう。逆に、条件式(12)の下限値を越えると、第3群の屈折力が強くなりすぎるため、ズーム全域で球面収差がアンダー側に倒れる傾向が著しくなる。

【0036】また、第2群と第3群は、次の条件式を満足することが望ましい。

$$0.4 < M_2/M_3 < 0.9 \quad \dots \quad (13)$$

但しここで、

M2：広角端から望遠端へのズーミングに伴う第2群の移動量

M3：広角端から望遠端へのズーミングに伴う第3群の移動量である。

【0037】条件式(13)は、広角端から望遠端へのズーミングに伴う第2群と第3群の移動量の比を規定する式である。条件式(13)の上限値を越えると、第2群と第3群の変倍時の動きがほとんど同じになり、3成*

$$0.05 < \phi_4 \cdot (N' - N) \cdot \frac{d}{dy} \{X(y) - X_0(y)\} < 0.01 \quad \dots \quad (14)$$

但しここで、

ϕ_4 ：第4群の屈折力である。

【0040】条件式(14)の下限値を越えると、広角端から中間焦点距離域において負の歪曲収差及び像面湾曲の負偏移傾向が著しくなるとともに、望遠側において球面収差がアンダー側に倒れてしまう。逆に、条件式(14)の上限値を越えると、広角端から中間焦点距離域において正の歪曲収差及び像面湾曲の正偏移傾向が著しくなるとともに、望遠側において球面収差がオーバー側に倒れてしまう。

$$0.1 < |f_4/f_{T1}| < 0.3 \quad \dots \quad (15)$$

但しここで、

f_4 ：第4群の焦点距離である。

【0043】条件式(15)は、望遠端における全系の焦点距離と第4群の焦点距離の比を規定する式である。

条件式(15)の上限値を越えると、第4群の屈折力が弱くなりすぎるので、広角端における全長が増大してしま★

$$0.05 < (d_{asp}/Y_{max})$$

但しここで、

d_{asp} ：両面非球面レンズの芯厚

Y_{max} ：両面非球面レンズの最大有効光路徑である。

【0045】条件式(16)は、両面非球面レンズの最大有効光路徑と芯厚の比を規定する式である。条件式(16)の下限値を越えた場合、両面非球面レンズの前後の面を通過する光束の位置がほとんど同じになるので、両面非球面レンズとしたことによる収差補正効果がほとんど得られなくなる。逆に、条件式(16)の上限値を越えた場合、芯厚が厚くなりすぎるので、コンパクト

*分ズームと同等の効果しか得られず、高変倍率を達成しようとすると移動量の増加により光学系が大型化してしまう。逆に、条件式(13)の下限値を越えると、第2群と第3群の移動量差が大きくなり、そのため広角端において第2群と第3群の間隔が広がる。従って、第3群に入射する軸上光束の高さが高くなり、球面収差の補正が困難になるとともに、広角端における全長の増大を招く。

【0038】最後に、第4群について説明する。第4群は、物体側から順に、正レンズ・負レンズの構成とすることにより、バックフォーカスを必要用最小限にすることができる。また、第4群のいずれかの面を非球面とすることにより、さらに良好な光学性能が確保できる。非球面は、 $0.5 Y_{max} < y < Y_{max}$ の任意の光軸垂直方向高さyに対して、次の条件式を満足することが望ましい。

【0039】

【数4】

※【0041】尚、上記非球面レンズを両面非球面レンズにすると、さらにバランスよく球面収差と歪曲収差および像面湾曲を補正することができる。つまり、一方の非球面における球面収差・歪曲収差・像面湾曲の補正過不足分を、もう一方の非球面で補正することが可能となる。

【0042】また、第4群は、次の条件式を満足することが望ましい。

$$< 0.3 \quad \dots \quad (15)$$

★まう。逆に、条件式(15)の下限値を越えると、第4群の屈折力が強くなりすぎると、正の歪曲収差が著しく生じるとともに、望遠側において球面収差がオーバー側に倒れる傾向が強くなる。

【0044】尚、いずれの群の両面非球面レンズも次の条件式を満足することが望ましい。

$$< 1.0 \quad \dots \quad (16)$$

さが損なわれ光学系の大型化を招いてしまう。

【0046】以下、本発明にかかるズームレンズの具体的な数値実施例を示す。各実施例ともに、広角側から望遠側へのズーミングに伴って、第1群～第4群の全てが物体側へ移動する。各実施例において、 f は全系の焦点距離を示し、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$)は物体側から数えて第*i*番目の面の曲率半径、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$)は物体側から数えて第*i*番目の軸上面間隔、 N_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、 v_i ($i=1, 2, 3, \dots$)はそれぞれ物体側から数えて第*i*番目のレンズのd線($\lambda=587.6\text{nm}$)に対する

11

屈折率及びアッペ数を示す。また、曲率半径に*印を付した面は非球面で構成された面であることを示している。尚、非球面係数中の D(n) は 10 の n乗を示すものとする。

【0047】下記の実施例は全て4群構成であるが、そ

$$f = 39.00 \sim 75.71 \sim 147.00$$

$$FNO.= 4.08 \sim 6.50 \sim 9.10$$

曲率半径	軸上面間隔	屈折率	アッペ数
r 1 39.567	d 1 1.600	N 1 1.84666	v 1 23.82
r 2* 28.745	d 2 0.500		
r 3 23.831	d 3 5.000	N 2 1.51680	v 2 64.20
r 4 236.319	d 4 2.743 ~ 14.186 ~ 28.805		
r 5* -110.352	d 5 1.400	N 3 1.75450	v 3 51.57
r 6* 13.192	d 6 0.700		
r 7 13.699	d 7 4.100	N 4 1.75520	v 4 27.51
r 8* 35.482	d 8 12.135 ~ 11.253 ~ 3.500		
r 9 紋り	d 9 2.000		
r 10 21.684	d 10 1.735	N 5 1.84666	v 5 23.82
r 11 13.536	d 11 0.500		
r 12 14.715	d 12 4.700	N 6 1.58170	v 6 69.75
r 13* -22.129	d 13 19.929 ~ 9.365 ~ 2.500		
r 14* -31.093	d 14 3.700	N 7 1.84666	v 7 23.82
r 15* -21.416	d 15 3.300		
r 16 -13.530	d 16 1.302	N 8 1.75450	v 8 51.57
r 17 -85.253			

【非球面係数】

r 2

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = 0.13363144 X D(-5)$$

$$A_6 = 0.21696985 X D(-8)$$

$$A_8 = 0.41553071 X D(-10)$$

$$A_{10} = -0.34709861 X D(-12)$$

$$A_{12} = 0.94512789 X D(-15)$$

r 5

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = 0.31911422 X D(-4)$$

$$A_6 = -0.31686841 X D(-6)$$

$$A_8 = 0.32534964 X D(-9)$$

$$A_{10} = 0.19379817 X D(-10)$$

$$A_{12} = -0.89500114 X D(-13)$$

r 6

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = 0.48478486 X D(-4)$$

$$A_6 = -0.13860097 X D(-6)$$

$$A_8 = -0.13541664 X D(-8)$$

$$A_{10} = -0.10651014 X D(-10)$$

$$A_{12} = 0.83922453 X D(-12)$$

r 8

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = -0.29662020 X D(-6)$$

のレンズ群間や全系の像側あるいは物体側に、簡単な構成で比較的の屈折力の弱い固定若しくは可動のレンズ成分を配置することは容易であり、本発明の主旨に含まれるものである。

【0048】<実施例 1>

r 13

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = 0.19979329 X D(-4)$$

$$A_6 = -0.13203504 X D(-6)$$

$$A_8 = -0.20524511 X D(-8)$$

$$A_{10} = 0.14136961 X D(-9)$$

$$A_{12} = -0.15575803 X D(-11)$$

r 14

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = 0.14324767 X D(-4)$$

$$A_6 = -0.35542636 X D(-6)$$

$$A_8 = 0.89405268 X D(-8)$$

$$A_{10} = -0.50060441 X D(-10)$$

$$A_{12} = 0.70672191 X D(-13)$$

r 15

$$\epsilon = 1.0000$$

$$A_4 = -0.21286721 X D(-4)$$

$$A_6 = -0.96822952 X D(-7)$$

$$A_8 = 0.12781830 X D(-8)$$

$$A_{10} = 0.24307208 X D(-10)$$

$$A_{12} = -0.16466888 X D(-12)$$

13

$A_6 = -0.12655499 \times D(-6)$
 $A_8 = 0.43355310 \times D(-8)$
 $A_{10} = -0.33582316 \times D(-10)$
 $A_{12} = -0.31881976 \times D(-12)$.

【0049】<実施例2>

$f = 39.09 \sim 87.31 \sim 195.01$

$FNO. = 4.12 \sim 7.00 \sim 8.71$

曲率半径	軸上面間隔	屈折率	アッペ数
r 1 43.064	d 1 1.600	N 1 1.84666	v 1 23.82
r 2* 30.102	d 2 0.500		
r 3 26.340	d 3 4.900	N 2 1.51680	v 2 64.20
r 4 -1163.833	d 4 2.742 ~ 19.626 ~ 33.566		
r 5* -105.313	d 5 1.400	N 3 1.75450	v 3 51.57
r 6 12.996	d 6 0.500		
r 7 13.123	d 7 4.100	N 4 1.75520	v 4 27.51
r 8* 36.601	d 8 12.000 ~ 10.500 ~ 4.500		
r 9 絞り	d 9 2.000		
r 10 20.886	d 10 1.735	N 5 1.84666	v 5 23.82
r 11 13.193	d 11 0.200		
r 12 13.193	d 12 4.700	N 6 1.51728	v 6 69.43
r 13* -19.865	d 13 21.549 ~ 10.633 ~ 2.500		
r 14* -30.109	d 14 3.700	N 7 1.84666	v 7 23.82
r 15* -20.094	d 15 3.300		
r 16 -13.145	d 16 1.302	N 8 1.69680	v 8 56.47
r 17 228.995			

[非球面係数]

r 2	r 13
$\epsilon = 1.0000$	$\epsilon = 1.0000$
$A_4 = 0.69025647 \times D(-6)$	$A_4 = 0.16902968 \times D(-4)$
$A_6 = 0.14043025 \times D(-7)$	$A_6 = 0.73362471 \times D(-6)$
$A_8 = -0.19049568 \times D(-9)$	$A_8 = -0.18938922 \times D(-7)$
$A_{10} = 0.11857500 \times D(-11)$	$A_{10} = 0.23201377 \times D(-9)$
$A_{12} = -0.25822737 \times D(-14)$	$A_{12} = 0.11198367 \times D(-12)$
r 5	r 14
$\epsilon = 1.0000$	$\epsilon = 1.0000$
$A_4 = -0.45102200 \times D(-5)$	$A_4 = -0.15570861 \times D(-4)$
$A_6 = 0.34414990 \times D(-7)$	$A_6 = 0.19006259 \times D(-6)$
$A_8 = 0.42514041 \times D(-9)$	$A_8 = 0.72384221 \times D(-8)$
$A_{10} = -0.34989518 \times D(-11)$	$A_{10} = -0.39306751 \times D(-10)$
$A_{12} = -0.27882475 \times D(-14)$	$A_{12} = -0.20043219 \times D(-12)$
r 8	r 15
$\epsilon = 1.0000$	$\epsilon = 1.0000$
$A_4 = 0.14290715 \times D(-4)$	$A_4 = -0.35603483 \times D(-4)$
$A_6 = 0.13326128 \times D(-6)$	$A_6 = -0.11213908 \times D(-6)$
$A_8 = 0.38655876 \times D(-8)$	$A_8 = 0.73230932 \times D(-8)$
$A_{10} = -0.55498264 \times D(-11)$	$A_{10} = -0.91360676 \times D(-11)$
$A_{12} = -0.33422664 \times D(-12)$	$A_{12} = -0.28504659 \times D(-12)$

【0050】尚、各実施例の条件式(条件式(3))

は2つある。

(7) (11) (14) は除く)に対する値は以下のとおりである。尚、実施例1の条件式(16)に対する値 50

15

条件式 | 条件範囲 | 実施例1 実施例2

(1)	0.1 - 1.0	0.42	0.30
(2)	0.3 - 0.6	0.58	0.43
(4)	0.8 - 1.6	1.27	1.28
(5)	0.05 - 0.40	0.16	0.16
(6)	0.01 - 0.08	0.04	0.03
(8)	0.1 - 0.4	0.23	0.19
(9)	0.05 - 0.40	0.18	0.17
(10)	0.01 - 0.08	0.05	0.03
(12)	0.1 - 0.5	0.16	0.13
(13)	0.4 - 0.9	0.84	0.77
(15)	0.1 - 0.3	0.21	0.13
(16)	0.05 - 1.0	0.14/0.33	0.33

に対する値は次のとおりである。

<実施例1：その1>

16

また、各実施例の条件式 (3) (7) (11) (14)

非球面 | r2(第1群) r5(第2群) r6(第2群) r8(第2群)

条件式	(3)	(7)	(7)	(7)
条件範囲	-0.01~0.005	-0.02~0.01	-0.02~0.01	-0.02~0.01
0.1Ymax	—	-0.276 X D(-5)	0.235 X D(-5)	-0.146 X D(-7)
0.2Ymax	—	-0.211 X D(-4)	0.186 X D(-4)	-0.202 X D(-6)
0.3Ymax	—	-0.658 X D(-4)	0.616 X D(-4)	-0.105 X D(-5)
0.4Ymax	—	-0.138 X D(-3)	0.142 X D(-3)	-0.325 X D(-5)
0.5Ymax	-0.186 X D(-4)	-0.232 X D(-3)	0.268 X D(-3)	-0.706 X D(-5)
0.6Ymax	-0.346 X D(-4)	-0.331 X D(-3)	0.443 X D(-3)	-0.116 X D(-4)
0.7Ymax	-0.593 X D(-4)	-0.432 X D(-3)	0.676 X D(-3)	-0.159 X D(-4)
0.8Ymax	-0.951 X D(-4)	-0.556 X D(-3)	0.102 X D(-2)	-0.269 X D(-4)
0.9Ymax	-0.147 X D(-3)	-0.760 X D(-3)	0.166 X D(-2)	-0.813 X D(-4)
1.0Ymax	-0.234 X D(-3)	-0.110 X D(-2)	0.318 X D(-2)	-0.299 X D(-3)

<実施例1：その2>

非球面 | r13(第3群) r14(第4群) r15(第4群)

条件式	(11)	(14)	(14)
条件範囲	-0.01~0.003	-0.05~0.01	-0.05~0.01
0.1Ymax	-0.314 X D(-6)	—	—
0.2Ymax	-0.254 X D(-5)	—	—
0.3Ymax	-0.843 X D(-5)	—	—
0.4Ymax	-0.195 X D(-4)	—	—
0.5Ymax	-0.369 X D(-4)	-0.153 X D(-3)	-0.375 X D(-3)
0.6Ymax	-0.616 X D(-4)	-0.335 X D(-3)	-0.585 X D(-3)
0.7Ymax	-0.941 X D(-4)	-0.740 X D(-3)	-0.719 X D(-3)
0.8Ymax	-0.136 X D(-3)	-0.151 X D(-2)	-0.589 X D(-3)
0.9Ymax	-0.190 X D(-3)	-0.274 X D(-2)	-0.828 X D(-4)
1.0Ymax	-0.259 X D(-3)	-0.424 X D(-2)	0.258 X D(-3)

<実施例2：その1>

17 非球面	r 2(第1群)	r 5(第2群)	r 8(第2群)	18
条件式	(3)	(7)	(7)	
条件範囲	-0.01~0.005	-0.02~0.01	-0.02~0.01	
0.1Y _{max}	—	0.353 X D(-6)	0.498 X D(-6)	
0.2Y _{max}	—	0.276 X D(-5)	0.415 X D(-5)	
0.3Y _{max}	—	0.869 X D(-5)	0.147 X D(-4)	
0.4Y _{max}	—	0.182 X D(-4)	0.375 X D(-4)	
0.5Y _{max}	-0.121 X D(-4)	0.289 X D(-4)	0.813 X D(-4)	
0.6Y _{max}	-0.213 X D(-4)	0.353 X D(-4)	0.161 X D(-3)	
0.7Y _{max}	-0.344 X D(-4)	0.299 X D(-4)	0.298 X D(-3)	
0.8Y _{max}	-0.540 X D(-4)	0.886 X D(-5)	0.523 X D(-3)	
0.9Y _{max}	-0.844 X D(-4)	-0.140 X D(-4)	0.864 X D(-3)	
1.0Y _{max}	-0.119 X D(-3)	-0.234 X D(-4)	0.131 X D(-2)	

<実施例2：その2>

非球面	r 13(第3群)	r 14(第4群)	r 15(第4群)
条件式	(1 1)	(1 4)	(1 4)
条件範囲	-0.01~0.003	-0.05~0.01	-0.05~0.01
0.1Y _{max}	-0.356 X D(-6)	—	—
0.2Y _{max}	-0.310 X D(-5)	—	—
0.3Y _{max}	-0.115 X D(-4)	—	—
0.4Y _{max}	-0.310 X D(-4)	—	—
0.5Y _{max}	-0.646 X D(-4)	-0.172 X D(-4)	-0.664 X D(-3)
0.6Y _{max}	-0.120 X D(-3)	-0.369 X D(-3)	-0.778 X D(-3)
0.7Y _{max}	-0.203 X D(-3)	-0.115 X D(-2)	-0.528 X D(-3)
0.8Y _{max}	-0.323 X D(-3)	-0.218 X D(-2)	-0.199 X D(-3)
0.9Y _{max}	-0.500 X D(-3)	-0.195 X D(-2)	-0.229 X D(-2)
1.0Y _{max}	-0.796 X D(-3)	-0.449 X D(-2)	-0.158 X D(-1)

【0051】

【発明の効果】本発明の構成によれば、少ない枚数のレンズ構成にもかかわらず、全変倍範囲にわたり良好な光学性能を有する高倍率でコンパクトなズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応するレンズの構成図で

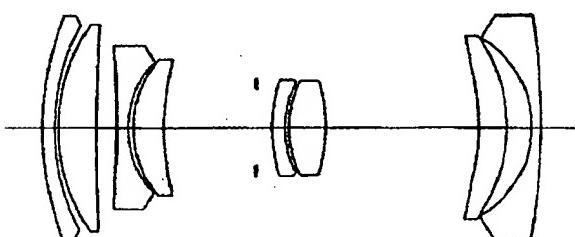
ある。

【図2】本発明の実施例2に対応するレンズの構成図である。

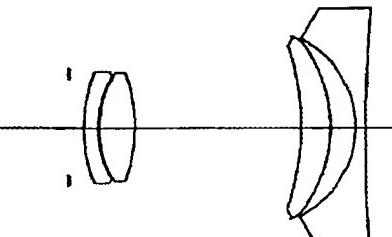
【図3】本発明の実施例1に対応するレンズの収差図である。

【図4】本発明の実施例2に対応するレンズの収差図である。

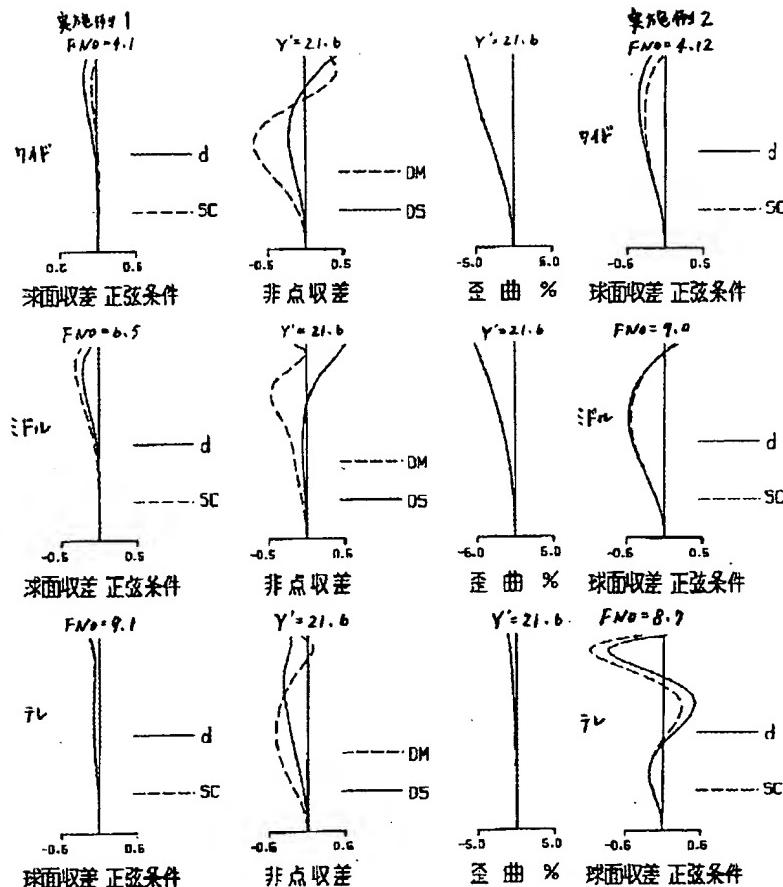
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

